

## ⑫ 公開特許公報 (A)

昭55—91105

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 F 10/00  
G 11 B 5/66

識別記号

庁内整理番号  
7303—5E  
6835—5D

④ 公開 昭和55年(1980)7月10日

発明の数 1  
審査請求 有

(全 4 頁)

## ⑭ 磁性薄膜

門真市大字門真1006番地松下電  
器産業株式会社内

① 特 願 昭53—150212

⑦ 出 願 人 松下電器産業株式会社

② 出 願 昭53(1978)12月4日

門真市大字門真1006番地

③ 発 明 者 高尾正敏

⑧ 代 理 人 弁理士 中尾敏男 外1名

## 明 細 書

## 1、発明の名称

磁性薄膜

## 2、特許請求の範囲

- (1) 真空蒸着等により作成した薄膜の磁気異方性容易軸が薄膜面より立ち上っていることを特徴とする磁性薄膜。
- (2) 磁気異方性の主たる原因が結晶磁気異方性でありかつその大きさが薄膜の面内反磁界エネルギーよりも大きいことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項に記載の磁性薄膜。
- (3) 薄膜の構成要素たる結晶の結晶軸が配向していることを特徴とする特許請求の範囲第(2)項に記載の磁性薄膜。
- (4) 薄膜を構成する材料がコバルト金属またはコバルト金属を主成分とし従成分が多くとも25%である合金からなり、かつその結晶学的構造が六方稠密構造を示すことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項に記載の磁性薄膜。
- (5) 磁気異方性容易軸の立ち上り角度が薄膜面内

での見掛上の磁気異方性容易軸から見て $0^{\circ}$ より大きく $45^{\circ}$ 未満であることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項に記載の磁性薄膜。

## 3、発明の詳細な説明

本発明は、主に録音用あるいは録画用の磁気テープ等の磁気記録媒体として用いることを目的とした金属または合金の磁性薄膜に関するものであり、薄膜の厚さとしては $1\mu\text{m}$ 以下で、その磁気的特性としての磁気異方性の容易軸が薄膜の面内になく、立ち上っていることを特徴とするものである。また同時に結晶軸が配向することによって、結晶異方性がランダム配向の場合よりも強調されて観測され、その結果として薄膜全体の磁気異方性エネルギーを増加させ、抗磁力が酸化物を主成分とした磁気記録媒体よりも大きい磁性薄膜を得ることを目的としている。

録音用、録画用磁気テープの磁性材料としては、従来より通常  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  や  $\text{CrO}_2$  等の酸化物が使用されて来た。これらの材料は粉体であって、磁気テープ等の媒体にまで加工するには、該粉体を高

分子のバインダー中に分散させ、その後ポリエステルフィルム等の高分子フィルム上に塗布乾燥することが必要とされる。一方、磁気特性的には磁気異方性の原因は主に形状効果にある。一方コバルトを主体とした合金薄膜においては、その異方性はコバルト自体が持つ大きな結晶異方性が大きく効いていると言われている。例えばCo-P, Co-Ni-P、電解あるいは無電解メッキ膜がその例である。これらの薄膜ではその製造（成膜）方向から磁気異方性の容易軸は薄膜面内にある。この原因はコバルト合金の飽和磁化が大きく、その結果として面内の反磁界エネルギーが大きくなって、磁化が面内に存在するわけである。また、斜入射蒸着法等で容易軸を立てることなども試みられているが、容易軸が立つためには、形状異方性の効果を十分に発揮させるために、膜厚を大きくする必要がある（数ミクロン）。

本発明では、結晶を配向させることによって、結晶異方性の効果の強調をはかり、しかもその効果が顕著に発現できる、六方晶コバルト金属また

は六方晶コバルト合金を母材とした磁性薄膜を得んとするものである。

以下本発明の解析について説明する。

異方性容易軸が膜面より立つ条件は、結晶異方性エネルギーによる成分の大きさが、膜面内の反磁界エネルギーより大きくなる必要がある。結晶異方性定数をKuとし、反磁界エネルギーをKdとすると、Kdは磁化の大きさをMとしたとき $2\pi M^2$ で表わされる。今単磁区構造を仮定して、磁気エネルギーEを示すと、次のような式になる。

$$E = MH \cos(\alpha - \theta - \phi) + Kd \cos^2 \phi + Ku \sin^2 \theta \dots (1)$$

ここで、Hは磁界、 $\alpha$ は膜面内における見掛け上の異方性容易軸の方向と磁界のなす角、 $\theta$ は結晶異方性の容易軸と磁化のなす角、 $\phi$ は膜面内の見掛け上の容易軸と結晶異方性容易軸のなす角、 $\phi$ は膜に対する法線と磁化のなす角である。その座標配置を第1図に示す。上式はエネルギー極小の条件より、

$$\frac{\partial E}{\partial \theta} = 0 \quad \frac{\partial^2 E}{\partial \theta^2} = 0 \dots (2)$$

を解けば良い。その結果として理論的な磁化曲線が得られる。さらにその磁化曲線より抗磁力が求められる。

解析例として $\phi = 15^\circ$ 、 $Ku/Kd = 1.25$ のものについて磁界の方向を $0^\circ$ から $\pm 90^\circ$ の範囲で計算したものを第2図に示す。図中の実線が本発明の結果である。

一方、イー・コンドルスキー(E. Kondorsky: J. Phys. USSR 2 (1940) 161)によれば、非可逆磁壁移動が生じている薄膜において、薄膜の面内容易軸を含む垂直面内で、磁界方向を回転した時の抗磁力 $H_C(\alpha)$ 、膜面内抗磁力 $H_C(0)$ との間に

$$H_C(\alpha) = H_C(0) / \cos \alpha \dots (3)$$

の関係があることを示した。任意の膜面内抗磁力に対する上記(3)式に対する計算値は第2図中の点線で示される。

第2図で注目されるべき点は、角度 $\alpha$ の正側と負側で、実線で示した曲線が非対称になっていることである。これは明らかに $\phi$ が $15^\circ$ ということ

と $Ku/Kd$ が1.25という値を取ったためであり、また実線のピークが $\alpha$ の正側にずれていることから容易軸がそのずれの分だけ面から立ち上ることを示している。一方単磁区性でなく非可逆の磁壁移動で磁化の反転が生じている場合、上記(3)式からわかるように、抗磁力が一番小さくなるところが容易軸の方向である。このように理論的には容易軸が面から立ち上がる。次に本発明の構成について説明する。

上記に解析例を示したように、膜面より異方性容易軸が立ち上ることが可能であることが示された。しかし今までのところ非常に薄い1ミクロン以下、特に0.5ミクロン以下の薄膜では異方性容易軸を薄膜面から立ち上らせることは困難とされていた。本発明では結晶を配向させることによりランダム配向では平均化され死んでいた結晶磁気異方性エネルギーを復活させることにより反磁界エネルギーに打勝つ程の異方性エネルギーが膜内に発生する。

結晶を配向させるといつも、斜め方向に容易軸が整列しなければ容易軸が立たないことは確かである。

結晶軸を配向させる場合、結晶の成長速度の速い面と結晶磁気異方性の容易軸が一致することが望ましい。強磁性金属合金でも、Fe, Ni およびそれらを主成分とするような、六方稠密構造の金属合金では容易軸と成長軸が一致しないか、あるいは一致しても結晶磁気異方性エネルギーの値がコバルト金属に比して2桁小さいので、配向の効果は異方性に寄与しない。一方コバルトおよび25%以下の従成分を含むコバルト合金でしかもそれが六方稠密構造を持つものでは成長軸であるC軸と容易軸が一致するので、異方性エネルギーを大きくする効果は非常に大きい。故に本発明ではコバルトまたはコバルト合金において有効である。

結晶軸を配向させる手段としては、磁界中蒸着法、斜入射蒸着法、および特開昭53-83708号公報に示されたのと同様の装置も用いることができる。

磁界中蒸着法では、基板と磁界方向のなす角度が、 $0^\circ$  より大きく $45^\circ$ より小さいことが必要である。また斜入射蒸着法では、入射蒸気流の入射

角は $45^\circ$ より大きいことが必要である。さらに特開昭53-83708号公報に開示された装置を用いる場合においても同入射角は $45^\circ$ 以上にする必要がある。

特に斜入射蒸着や特開昭53-83708号公報に開示された装置を用いてコバルトまたはコバルトを主成分とする合金薄膜を作成する場合は、その成膜速度は通常の最大成膜速度 $2000\text{\AA}$  毎分よりも1桁以上大きな成膜速度 $500\sim 3000\text{\AA}$  毎秒程度が必要である。このような通常の成膜速度よりも大きな速度で成膜を行うのは工業的にも非常に重要なことである。

成膜速度を大きくする理由は、基板表面上での原子の運動速度よりも大きな速度で成膜が行われ、入射方向へ結晶成長が起き易くなる。ゆえにコバルトやコバルト合金の場合、C軸の配向が可能となる。またその時の基板の温度は蒸着された原子の運動があまり大きくならないように、コバルトまたはコバルト合金の融点の5分の1の温度を超えてはならない。実際には $0^\circ\text{C}\sim 150^\circ\text{C}$ の範囲

9 ページ

内が有効である。

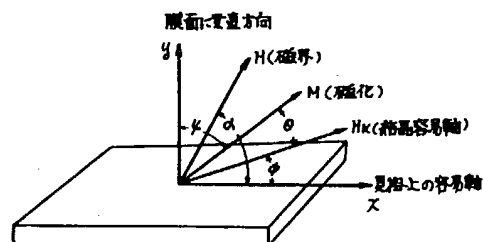
以上のように本発明によれば、抗磁力の大きな磁性薄膜を得ることができるものである。

#### 4、図面の簡単な説明

第1図は磁性薄膜における結晶容易軸等の説明図、第2図は磁性薄膜における磁界方向に対する規格化された抗磁力の特性図である。

代理人の氏名 弁理士 中 尾 敏 男 ほか1名

第 1 図



第 2 図

